

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EP 00 / 08518



REC'D 3 OCT 2000	
WIPO	PCT

⚡

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 41 654.0

Anmeldetag: 01. September 1999

Anmelder/Inhaber: Clariant GmbH,
Frankfurt am Main/DE

Bezeichnung: Cyclopentan-Derivate und ihre Verwendung in
flüssigkristallinen Mischungen

IPC: C 07 D, C 07 F, C 09 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. August 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Seiler

5

Cyclopentan-Derivate und ihre Verwendung in flüssigkristallinen Mischungen

10

Neben nematischen und cholesterischen Flüssigkristallen werden in jüngerer Zeit auch optisch aktive geneigt smektische (ferroelektrische) Flüssigkristalle in kommerziellen Displayvorrichtungen verwendet.

15

Clark und Lagerwall konnten zeigen, daß der Einsatz ferroelektrischer Flüssigkristalle (FLC) in sehr dünnen Zellen zu optoelektrischen Schalt- oder Anzeigeelementen führt, die im Vergleich zu den herkömmlichen TN ("twisted nematic")-Zellen um bis zu einem Faktor 1000 schnellere Schaltzeiten haben (siehe z. B. EP-A 0 032 362). Aufgrund dieser und anderer günstiger

20

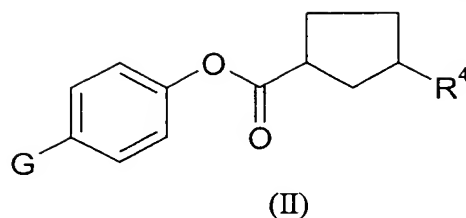
Eigenschaften, z. B. der bistabilen Schaltmöglichkeit und des nahezu blickwinkelunabhängigen Kontrasts, sind FLCs grundsätzlich für Anwendungsgebiete wie Computerdisplays gut geeignet.

25

Für eine vertiefende Erörterung der technischen Anforderungen an FLCs wird auf die europäische Patentanmeldung 97118671.3 sowie die DE-A 197 48 432 verwiesen.

30

Für die Verwendung in Flüssigkristallmischungen sind bereits Cyclopentan-Derivate in allgemeiner Form in US 4,873,019 beschrieben; eine besondere Eignung der von der dortigen allgemeinen Formel mit umfassten Verbindungen der Formel (II) als Komponenten chiral-smektischer Flüssigkristallmischungen kann der Fachmann dieser Schrift jedoch nicht entnehmen.



in denen

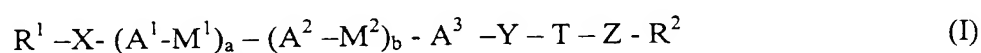
R^4 die unten angegebene Bedeutung hat

- 5 G F oder CN oder trans-4-Propyl-cyclohexyl oder trans-4-Butyl-cyclohexyl oder eine Alkylgruppe von 1 bis 15 C-Atomen, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen ersetzt sein können durch $-O-$, $-CO-$, $-OCO-$, $-O-CO-O-$, $-CHHalogen-$, $-CHCN-$ und / oder $-CH=CH-$, bedeutet.

- 10 Da aber die Entwicklung, insbesondere von ferroelektrischen Flüssigkristallmischungen, noch in keiner Weise als abgeschlossen betrachtet werden kann, sind die Hersteller von Displays an den unterschiedlichsten Komponenten für Mischungen interessiert, unter anderem auch deshalb, weil erst das Zusammenwirken der flüssigkristallinen Mischungen mit den einzelnen
- 15 Bauteilen der Anzeigevorrichtung bzw. der Zellen (z. B. der Orientierungsschicht) Rückschlüsse auf die Qualität auch der flüssigkristallinen Mischungen zuläßt.

- Es wurde nun gefunden, daß Cyclopentanderivate der Formel (I) schon in geringen Zumischmengen die Eigenschaften von Flüssigkristallmischungen, insbesondere
- 20 chiral-smektischen Mischungen, günstig beeinflussen, z. B. hinsichtlich der dielektrischen Anisotropie und/oder des Schmelzpunktes, aber auch hinsichtlich des Schaltverhaltens, den Werten des Tiltwinkels bzw. dessen Temperaturabhängigkeit.

- 25 Gegenstand der Erfindung sind daher Cyclopentane der Formel (I),



wobei die Symbole und Indizes folgende Bedeutungen haben:

- T** Cyclopentan-1,3-diyl
- 5 **R¹** Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter C₁₋₂₀-Alkyl- oder C₂₋₂₀-Alkenylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome), wobei
- a) eine oder zwei nicht terminale CH₂-Gruppen unabhängig voneinander durch -O- oder -C(=O)- ersetzt sein können mit der Maßgabe, daß zwei benachbarte CH₂-Gruppen nicht gleich ersetzt sein können und/oder
- 10 b) eine CH₂-Gruppe durch -C≡C- ersetzt sein kann und/oder
- c) eine CH₂-Gruppe durch -Si(CH₃)₂-, Cyclopropan-1,2-diyl, Cyclobutan-1,3-diyl, Cyclopentan-1,4-diyl, Bicyclo[1.1.1]pentan-1,3-diyl oder Cyclohexan-1,4-diyl ersetzt sein kann und/oder
- 15 d) ein oder mehrere H-Atome durch F und/oder CN ersetzt sein können;
- e) im Falle eines verzweigten Alkylrestes mit asymmetrischen C-Atomen die asymmetrischen C-Atome -CH₃, -OCH₃, -CF₃, F, CN und/oder Cl als Substituenten aufweisen oder
- 20 in einen 3- bis 7-gliedrigen Ring eingebaut sind, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O- und eine zu diesen nicht benachbarte CH₂-Gruppe durch -OC(=O)- ersetzt sein können;
- 25 **R²** Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 20 C-Atomen, wobei eine nicht terminale CH₂-Gruppe durch -O- oder -OC(=O)- oder -C(=O)O- ersetzt sein kann und/oder ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können mit den Maßgaben,
- 30 a) daß die dem Cyclopentan nächste -CH₂-Gruppe dann nicht durch -O- ersetzt sein kann, wenn Z -O- ist
- b) R² nur dann Wasserstoff sein kann, wenn Z eine Einfachbindung ist

- X :** eine Einfachbindung, -O-, OC(=O)-, -C(=O)O- oder -OC(=O)O-
Y: -OC(=O)-, -OCH₂- oder -CH₂CH₂-
Z: eine Einfachbindung oder -O-

5

A¹, A², A³ sind unabhängig voneinander

- Phenylen-1,4-diyl, gegebenenfalls ein- oder zweifach substituiert durch CN oder F, Phenylen-1,3-diyl, gegebenenfalls ein- oder zweifach substituiert durch CN oder F, Cyclohexan-1,4-diyl, wobei ein oder zwei H-Atome durch CN und/oder CH₃ und/oder F ersetzt sein können, 1-Cyclohexen-1,4-diyl, wobei ein H-Atom durch F ersetzt sein kann, 1-Alkyl-1-silacyclohexan-1,4-diyl, Pyridin-2,5-diyl, gegebenenfalls einfach substituiert durch F, Pyrimidin-2,5-diyl, gegebenenfalls einfach substituiert durch F, Cyclopentan-2,5-diyl;

15

M¹, M² sind unabhängig voneinander ungerichtet

- OC(=O)-, -OCH₂-, -CH₂CH₂-, -OC(=O)CH₂CH₂-, -OCH₂CH₂CH₂-,
-C≡C-, -CH₂CH₂CH₂CH₂- oder eine Einfachbindung;

20

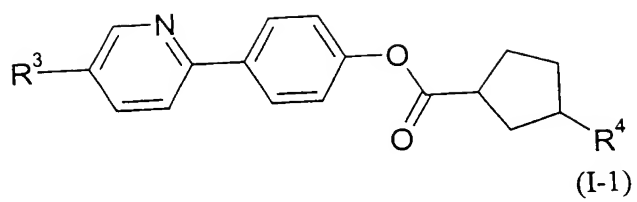
a, b sind unabhängig voneinander gleich 0 oder 1.

"terminal" bedeutet z.B. in R¹ die an X oder an H anknüpfenden CH₂-Gruppen.

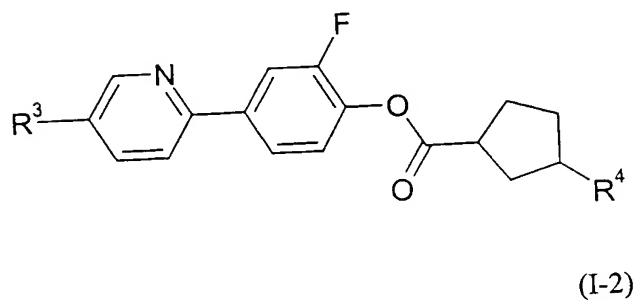
"ungerichtet" bedeutet die Möglichkeit eines spiegelverkehrten Einbaus der Gruppe.

25

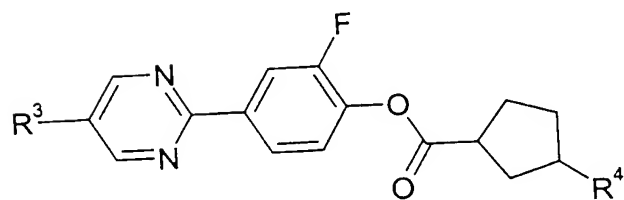
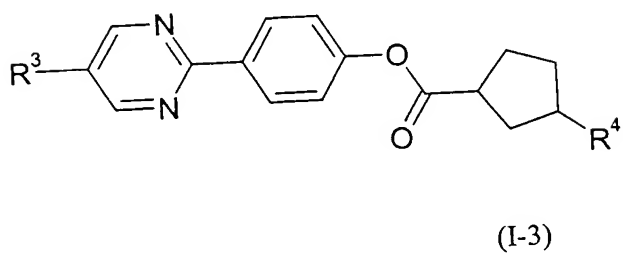
Bevorzugt sind die folgenden Verbindungen der Formeln (I-1) bis (I-16)



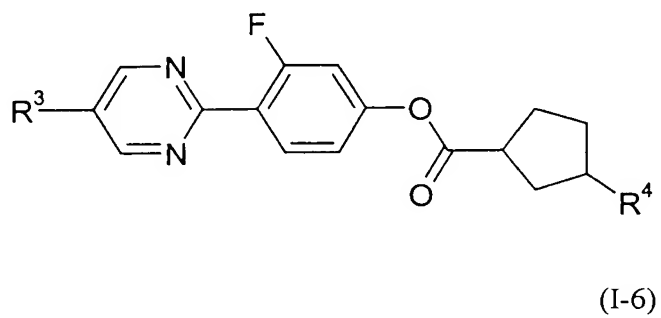
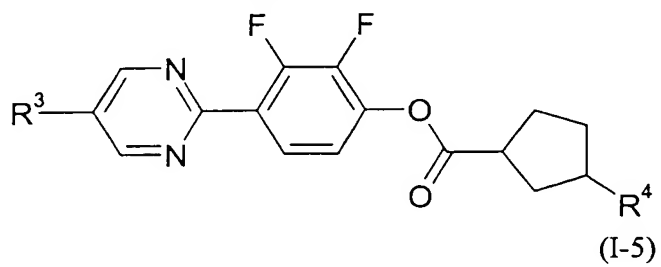
5



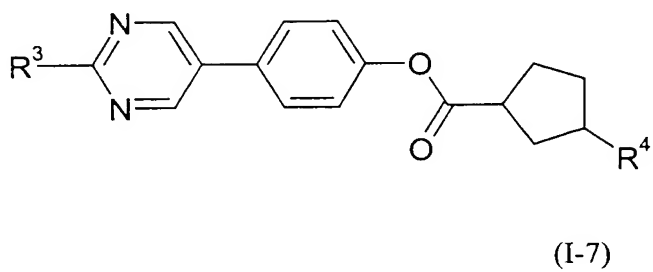
10



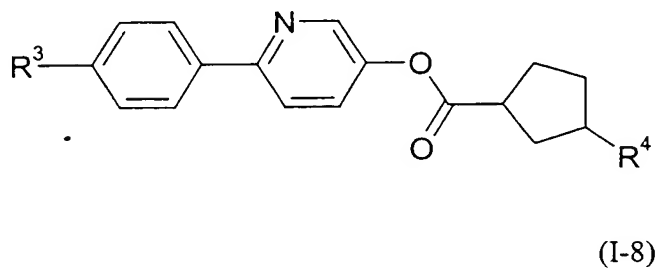
15

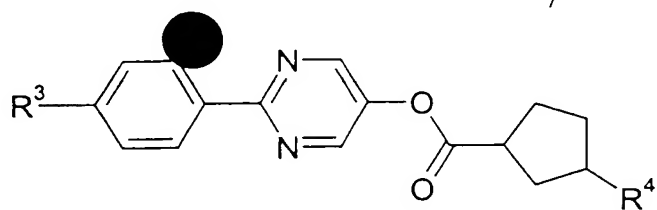


10

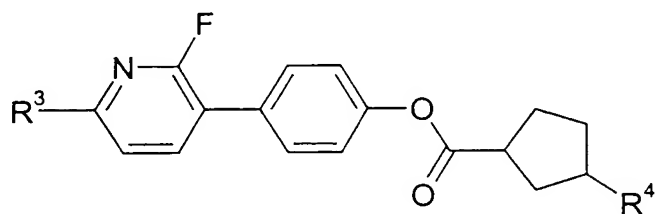


15

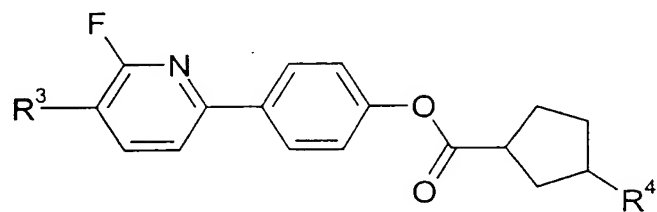




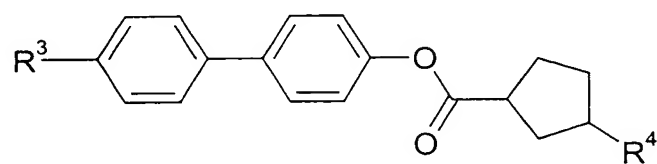
(I-9)



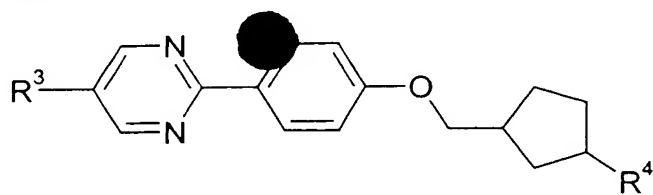
(I-10)



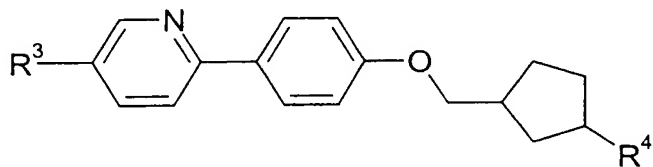
(I-11)



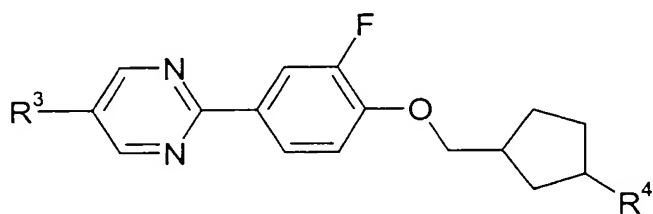
(I-12)



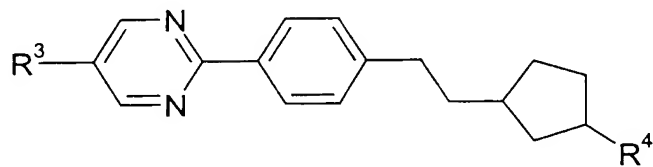
(I-13)



(I-14)



(I-15)



(I-16)

in denen bedeuten:

- 15 **R³** Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 16 C-Atomen, worin auch eine nicht terminale CH₂-Gruppe durch -O- oder ungerichtet -OC(=O)- ersetzt sein kann und worin ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können;

R^4 Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 16 C-Atomen,

- 5 Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formel (I), insbesondere (I-1) bis (I-16), in denen R^3 und R^4 unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkylrest mit 2 bis 16 C-Atomen bedeuten.

Ebenfalls besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formel (I),
10 insbesondere (I-1) bis (I-16), in denen R^3 einen geradkettigen Alkyloxyrest mit 2 bis 12 C-Atomen und R^4 Wasserstoff oder einen geradkettigen Alkylrest mit 2 bis 12 C-Atomen bedeuten.

Unter den Verbindungen der Formel (I), die als optisch aktive Komponenten
15 (Dotierstoff) Einsatz finden sollen, sind diejenigen bevorzugt, bei denen die Alkylgruppe die asymmetrischen C-Atome enthält in Form mindestens einer der Gruppierungen

- a) $-C^*H(CH_3)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 2 bis 8 aufweist
- b) $-OC^*H(CH_3)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 2 bis 8 aufweist
- 20 c) $-OC^*H(CH_3)CO_2C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- d) $-OC(=O)C^*H(CH_3)OC_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- e) $-OC(=O)C^*H(F)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- f) $-OCH_2C^*H(F)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- 25 g) $-OCH_2C^*H(F)C^*H(F)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- h) Oxiran-2,3-diyl

worin C^* das asymmetrische C-Atom markiert.

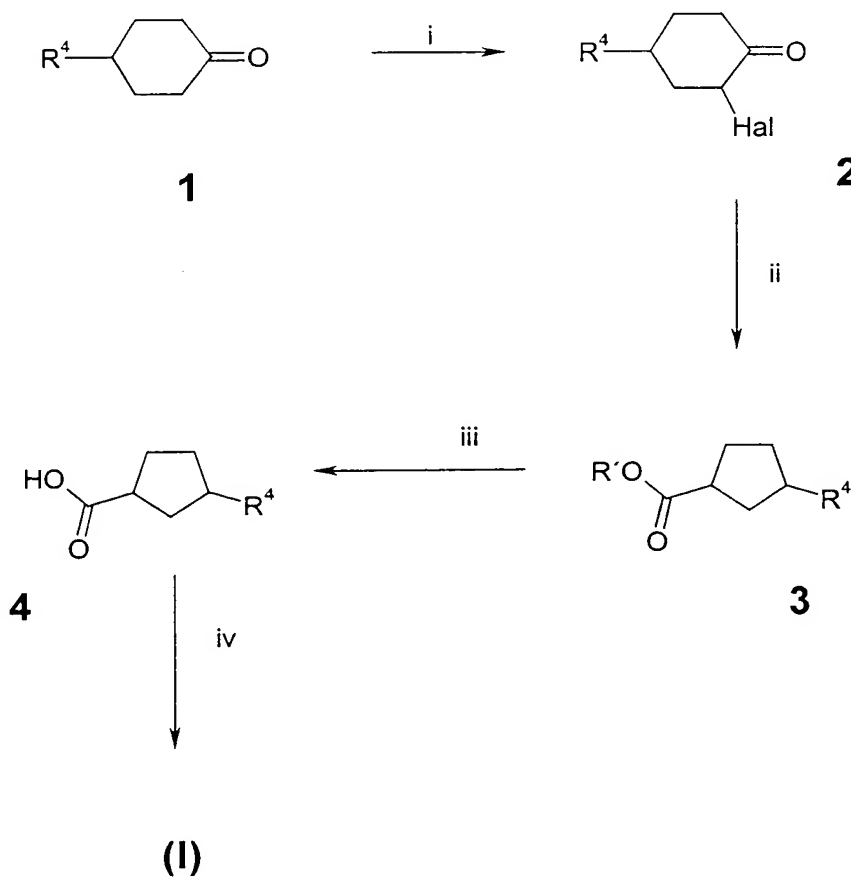
- 30 Die Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen erfolgt nach an sich literaturbekannten Methoden, wie sie in Standardwerken zur Organischen Synthese, z. B. Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart, beschrieben sind.

Es kann sich jedoch als erforderlich erweisen, die Literaturmethoden für die Erfordernisse mesogener Bausteine zu variieren / modifizieren, da z. B. funktionelle Derivate mit langen ($> C_6$) Alkylketten häufig ein geringeres
5 Reaktionsvermögen zeigen als z. B. die Methyl- oder Ethylanaloga.

Insbesondere wird in diesem Zusammenhang auf nachstehende Syntheschemata verwiesen, in denen die Synthese der erfindungsgemäßen Cyclopentan-Derivate beispielhaft näher erläutert wird.

10

Schema 1



- i: N-Bromsuccinimid, CCl_4 analog Corey, *J. Am. Chem. Soc.* 75, 2301 (1953).
ii: NaOCH_3 , tert-Butylmethylether analog *Organic Syntheses, Coll. Vol. IV*, 594
iii: 1. $\text{NaOH} / \text{H}_2\text{O}$ 2. HCl
5 iv: $\text{R}^1 - \text{X} - (\text{A}^1 - \text{M}^1)_a - (\text{A}^2 - \text{M}^2)_b - \text{A}^3 - \text{OH}$, $\text{DCC} / \text{CH}_2\text{Cl}_2$

Optional kann in dieser Sequenz eine Isomerisierung zu den trans-Verbindungen, z.B. wie in US 4,873,019 (Beispiel 3) beschrieben, an geeigneter Stelle (z.B. mit
10 4) vorgenommen werden.

Was die Verknüpfung funktioneller Derivate der Cyclopentane mit anderen flüssigkristallspezifischen Bausteinen anbelangt, wird ausdrücklich auf DE-A 197 48 432 verwiesen, in der eine Auflistung dem Fachmann geläufiger Methoden
15 angegeben ist.

Gegenstand der Erfindung ist auch die Verwendung von Verbindungen der Formel (I) in Flüssigkristallmischungen, vorzugsweise smektischen und nematischen, besonders bevorzugt chiral-smektischen (ferroelektrischen). Insbesondere
20 bevorzugt ist die Verwendung in ferroelektrischen Flüssigkristallmischungen, die im Inverse-Mode oder in Anzeigen mit Aktivmatrix-Elementen betrieben werden. Ganz besonders bevorzugt ist die Verwendung in Mischungen für Aktivmatrix-LCDs, bei denen die chiral-smektische Flüssigkristallschicht eine monostabile Monodomäne ausbildet.

25

Weiterhin Gegenstand der Erfindung sind Flüssigkristallmischungen, vorzugsweise smektische und nematische, besonders bevorzugt ferroelektrische (chiral smektische) Flüssigkristallmischungen, enthaltend eine oder mehrere Verbindungen der Formel (I).

30

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen enthalten im allgemeinen 2 bis 35, vorzugsweise 2 bis 25, besonders bevorzugt 2 bis 20 Komponenten. Sie enthalten im allgemeinen 0,01 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis

60 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,1 bis 30 Gew.-%, einer oder mehreren, vorzugsweise 1 bis 10, besonders bevorzugt 1 bis 5, ganz besonders bevorzugt 1 bis 3, der erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel (I).

5 Weitere Komponenten von Flüssigkristallmischungen, die erfindungsgemäße Verbindungen der Formel (I) enthalten, werden vorzugsweise ausgewählt aus den bekannten Verbindungen mit smektischen und/oder nematischen und/oder cholesterischen Phasen. In diesem Sinne geeignete weitere Mischungskomponenten sind insbesondere in der internationalen
10 Patentanmeldung PCT/EP 96/03154 sowie DE-A 197 48 432 aufgeführt, auf die hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird.

Die erfindungsgemäßen Mischungen wiederum können Anwendung finden in elektrooptischen oder vollständig optischen Elementen, z. B. Anzeigeelementen, Schaltelementen, Lichtmodulatoren, Elementen zur Bildbearbeitung und/oder
15 Signalverarbeitung oder allgemein im Bereich der nichtlinearen Optik.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist daher eine Schalt- und/oder Anzeigevorrichtung, vorzugsweise eine smektische, enthaltend eine
20 Flüssigkristallmischung, die eine oder mehrere Verbindungen der Formel (I) enthält.

Insbesondere bevorzugt sind ferroelektrische Schalt- und/oder Anzeigevorrichtungen, die Aktivmatrix-Elemente enthalten (siehe z. B. DE-A 198
25 22 830).

In der vorliegenden Anmeldung sind verschiedene Dokumente zitiert, beispielsweise um das technische Umfeld der Erfindung zu illustrieren. Auf alle diese Dokumente wird hiermit ausdrücklich Bezug genommen; sie gelten durch
30 Zitat als Bestandteil der vorliegenden Anmeldung.

Die Erfindung wird durch die nachfolgenden Beispiele weiter erläutert, ohne sie dadurch beschränken zu wollen.

Beispiel 1:

- 5 **3-Ethyl-cyclopentancarbonsäure-[4-(5-undecyl-pyrimidin-2-yl)phenyl]ester**
 4,9 g 4 – (5-Undecyl-pyrimidin-2-yl)phenol, 1,5 g 3-Ethyl-
 cyclopentancarbonsäure und 2,1 g Dicyclohexylcarbodiimid werden in 50 ml
 Dichlormethan 24 h bei Raumtemperatur gerührt. Nach Filtration, Abdestillation
 des Dichlormethans, chromatografischer Reinigung (Kieselgel; Dichlormethan /
 10 Heptan) und Umkristallisation aus Acetonitril wird die Zielverbindung als farblose
 Kristalle erhalten.

Analog können die Verbindungen (I-1) bis (I-12) erhalten werden.

15 Beispiel 2:

- (3-Ethyl-cyclopentan-1-yl)methyl-[4-(5-undecyl-pyrimidin-2-yl)phenyl]ether**
 Zu einer abreagierten Mischung äquimolarer Mengen Diethylazodicarboxylat und
 Triphenylphosphan in THF werden äquimolare Mengen 4 – (5-Undecyl-
 pyrimidin-2-yl)phenol und 3-Ethyl-cyclopentan-1-yl-methanol (hergestellt durch
 20 LiAlH_4 -Reduktion von 3-Ethyl-cyclopentancarbonsäuremethylester) gegeben.
 Nach 24 h bei Raumtemperatur wird im Vakuum zur Trockne gebracht. Nach
 chromatografischer Reinigung (Kieselgel, Dichlormethan) und Umkristallisation
 kann die Zielverbindung erhalten werden.

- 25 Analog können die Verbindungen (I-13) bis (I-15) erhalten werden.

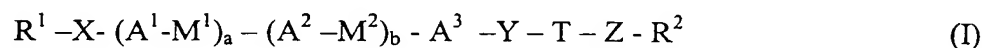
Die Verbindungen der Formeln (I-16) bzw. (I-33) können über die Sequenz

- 3-Alkyl-cyclopentan-1-yl-methanol*
1-Brommethyl-3-alkyl-cyclopentan
 30 *(1-Brommethyl-3-alkyl-cyclopentan)triphenylphosphoniumsalz*
Wittig-Reaktion mit 4-(5- R^3 -pyrimidin-2-yl)benzaldehyd
Hydrierung
 erhalten werden.

Patentansprüche

5

1. Cyclopentan-Derivate der Formel (I),



10 wobei die Symbole und Indizes folgende Bedeutungen haben:

T Cyclopentan-1,3-diyl

- 15 **R¹** Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter C₁₋₂₀-Alkyl- oder C₂₋₂₀-Alkenylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome), wobei
- a) eine oder zwei nicht terminale CH₂-Gruppen unabhängig voneinander durch -O- oder -C(=O)- ersetzt sein können mit der Maßgabe, daß zwei benachbarte CH₂-Gruppen nicht gleich ersetzt sein können und/oder
 - 20 b) eine CH₂-Gruppe durch -C≡C- ersetzt sein kann und/oder
 - c) eine CH₂-Gruppe durch -Si(CH₃)₂-, Cyclopropan-1,2-diyl, Cyclobutan-1,3-diyl, Cyclopentan-1,4-diyl, Bicyclo[1.1.1]pentan-1,3-diyl oder Cyclohexan-1,4-diyl ersetzt sein kann und/oder
 - 25 d) ein oder mehrere H-Atome durch F und/oder CN ersetzt sein können;
 - e) im Falle eines verzweigten Alkylrestes mit asymmetrischen C-Atomen die asymmetrischen C-Atome -CH₃, -OCH₃, -CF₃, F, CN und/oder Cl als Substituenten aufweisen oder
 - 30 in einen 3- bis 7-gliedrigen Ring eingebaut sind, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O- und eine zu diesen nicht benachbarte CH₂-Gruppe durch -OC(=O)- ersetzt sein können;

R² Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 20 C-Atomen, wobei eine nicht terminale CH₂-Gruppe durch -O- oder -OC(=O)- oder -C(=O)O- ersetzt sein kann und/oder ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können mit den Maßgaben,

a) daß die dem Cyclopentan nächste -CH₂-Gruppe dann nicht durch -O- ersetzt sein kann, wenn Z -O- ist

b) R² nur dann Wasserstoff sein kann, wenn Z eine Einfachbindung ist

X : eine Einfachbindung, -O-, OC(=O)-, -C(=O)O- oder -OC(=O)O-
Y: -OC(=O)-, -OCH₂- oder -CH₂CH₂-
Z: eine Einfachbindung oder -O-

A¹, A², A³ sind unabhängig voneinander

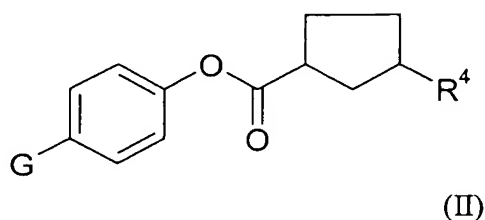
Phylen-1,4-diyl, gegebenenfalls ein- oder zweifach substituiert durch CN oder F, Phylen-1,3-diyl, gegebenenfalls ein- oder zweifach substituiert durch CN oder F, Cyclohexan-1,4-diyl, wobei ein oder zwei H-Atome durch CN und/oder CH₃ und/oder F ersetzt sein können, 1-Cyclohexen-1,4-diyl, wobei ein H-Atom durch F ersetzt sein kann, 1-Alkyl-1-silacyclohexan-1,4-diyl, Pyridin-2,5-diyl, gegebenenfalls einfach substituiert durch F, Pyrimidin-2,5-diyl, gegebenenfalls einfach substituiert durch F, Cyclopentan-2,5-diyl;

M¹, M² sind unabhängig voneinander ungerichtet

-OC(=O)-, -OCH₂-, -CH₂CH₂-, -OC(=O)CH₂CH₂-, -OCH₂CH₂CH₂-,
-C≡C-, -CH₂CH₂CH₂CH₂- oder eine Einfachbindung;

a, b sind unabhängig voneinander gleich 0 oder 1

wobei die Verbindungen der Formel (II) ausgenommen werden



in denen

5 R^4 die für R^2 angegebene Bedeutung hat

G trans-4-Propyl-cyclohexyl oder trans-4-Butyl-cyclohexyl oder eine Alkylgruppe von 1 bis 15 C-Atomen, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen ersetzt sein können durch $-O-$, $-CO-$, $-OCO-$, $-O-CO-O-$, $-CHHalogen-$, $-CHCN-$ und / oder $-CH=CH-$ oder F, CN

10 bedeutet.

2. Flüssigkristallmischung enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel (I) gemäß Anspruch 1.

15 3. Flüssigkristallmischung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie 0,01 bis 80 Gew.-% an einer oder mehreren Verbindungen der Formel (I) enthält.

4. Flüssigkristallmischung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie ferroelektrisch (chiral smektisch) ist.

20

5. Flüssigkristallmischung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie nematisch ist.

6. Ferroelektrische Schalt- und/oder Anzeigevorrichtung, enthaltend eine

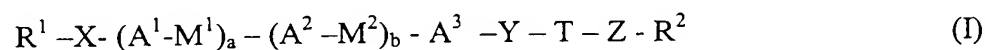
25 ferroelektrische Flüssigkristallmischung gemäß Anspruch 4.

7. Ferroelektrische Schalt- und/oder Anzeigevorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie Aktivmatrixelemente enthält und die Flüssigkristallschicht eine monostabile Monodomäne ausbildet.

Zusammenfassung

5

Cyclopentan-Derivate der Formel (I),



10 wobei beispielsweise

T Cyclopentan-1,3-diyl ist,

R¹ und R² Wasserstoff sind,

15

X : eine Einfachbindung, -O-, OC(=O)-, -C(=O)O- oder -OC(=O)O- ist,

Y: -OC(=O)-, -OCH₂- oder -CH₂CH₂- ist,

Z: eine Einfachbindung oder -O- ist,

20

A¹, A², A³ unabhängig voneinander Phenylen-1,4-diyl sind,

M¹, M² unabhängig voneinander ungerichtet

-OC(=O)-, -OCH₂-, -CH₂CH₂-, -OC(=O)CH₂CH₂-, -OCH₂CH₂CH₂-,

25

-C≡C-, -CH₂CH₂CH₂CH₂- oder eine Einfachbindung sind,

a, b unabhängig voneinander gleich 0 oder 1 sind,

werden in FLC-Mischungen eingesetzt.

